

Pengaruh Penyusutan Temu Putih (*Curcuma zedoaria* (Berg) Roscoe) Terhadap Karakteristik Pengeringan Lapisan Tipis

*The Effects of Shrinkage to Thin Layer Drying Characteristics of Temu Putih (*Curcuma zedoaria* (Berg) Roscoe)*

Inge Scorpi Tulliza¹, Armansyah H. Tambunan² dan Usman Ahmad³

Abstract

*The objective of this study is to analyze the occurrence of shrinkage during thin layer drying of Temu Putih (*Curcuma zedoaria* (Berg) Roscoe) and its effects to the drying characteristics. The experiments were conducted using a laboratory scale dryer with data acquisition and equipped with machine vision system. The drying conditions was controlled at temperatures (T) of 50°C, 60°C, 70°C, relative humidity (RH) 20%, 30%, 40%, 50% and air velocity 0.78 m/s – 1.95 m/s with a specific combinations. The results show that the temu putih's slices were shrinking as the moisture content was decreasing with almost linier correlation. The drying data was used to determine the drying constants using three models, namely Henderson and Pabis, Lewis, and Page model. The effects of the shrinkage to the drying characteristics is discussed in term of the relation between surface area ratio (AR) to moisture ratio (MR).*

Keywords: Drying; Thin Layer drying; Shrinkage; Temu Putih

Diterima: 24 Maret 2010; Disetujui: 13 September 2010

Pendahuluan

Temu putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe) dapat mengatasi beberapa jenis penyakit dan gangguan kesehatan antara lain kanker dan tumor, peradangan dalam seperti maag, menurunkan kolesterol, penurun demam dan peluruh keringat (Syukur, 1993). Pemanfaatan temu putih dapat digunakan dalam bentuk segar, simplisia, kapsul serbuk, dan kapsul ekstrak. Dalam pengembangannya masih banyak hambatan diantaranya adalah terbatasnya peralatan pada proses pascapanen dan pengolahan. Salah satunya adalah proses pengeringan.

Proses pengeringan temu putih dipengaruhi faktor internal dan eksternal, dimana faktor internal dipengaruhi oleh kadar air awal bahan, sedangkan faktor eksternal dipengaruhi oleh suhu (T), kelembaban udara (RH) dan kecepatan udara pengering. Semakin tinggi T dan kecepatan udara serta semakin rendah RH, maka laju pengeringan semakin cepat dan menyebabkan proses penurunan kadar air serta penyusutan bahan juga semakin cepat.

Perubahan bentuk dan ukuran yang terjadi selama pengeringan perlu diamati lebih lanjut. Menurut Wang dan Breenan (1994) bahwa hampir semua model pengeringan tidak mempertimbangkan

penyusutan sebagai salah satu faktor yang sangat berpengaruh selama pengeringan berlangsung. Pada kenyataannya penyusutan tersebut pasti terjadi. Untuk itu perlu diamati perubahan bentuk dan ukuran yang terjadi, baik itu pengkerutan ataupun pembengkokan serta melihat hubungannya terhadap karakteristik pengeringan bahan yang dikeringkan.

Esmaili dan Sotudeh, (2006), membuat model mengenai proses pengeringan buah anggur dengan memperhatikan variabel difusivitas pada penyusutan. Dimana anggur dikeringkan dengan suhu 40 – 70°C dengan kecepatan aliran udara 0.5 – 1.5 m/s. Sturm dan Hofacker (2008), meneliti tentang perubahan bentuk dan warna pada pengeringan irisan buah apel. Dengan bantuan analisis citra. Yadollahinia dan Jahangiri (2009), meneliti tentang penyusutan terhadap buah kentang selama pengeringan dengan *image processing*. Hasilnya menunjukkan bahwa penyusutan dari irisan kentang meningkat sejalan dengan menurunnya kadar air bahan.

Penyusutan dari wortel selama pengeringan dengan menggunakan *fluidized bed dryer* juga telah diteliti oleh Hatamipour dan Mowla (2002), dimana hasilnya menyebutkan bahwa kadar air sangat mempengaruhi penyusutan yang terjadi selama pengeringan tetapi kecepatan udara pengering dan T, tidak memperlihatkan pengaruh yang nyata pada

¹ Staf Pengajar Departemen Teknik Pertanian Universitas Hasanudin. Email: tulliza_04@yahoo.com

² Staf Pengajar Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor

³ Staf Pengajar Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor. Email: manipb@yahoo.com

penyusutan bahan. Sedangkan untuk potongan penyusutan selama pengeringan pada potongan buah apel telah diteliti oleh Sjoholm dan Gekas (1994).

Penyusutan biasanya merupakan karakteristik yang dapat diketahui dengan menentukan perubahan yang terjadi pada volume dan/atau dimensi bahan (Wang, *et al.*, 2002). Untuk mengetahui seberapa besar penyusutan bahan yang terjadi pada proses pengeringan digunakan bantuan pengolah citra (*image processing*). Pengolahan citra merupakan proses mengolah piksel piksel dalam citra digital untuk suatu tujuan tertentu.

Tujuan penelitian ini adalah Mempelajari penyusutan bahan pada proses pengeringan lapisan tipis temu putih dengan pengolah citra serta menentukan hubungan penyusutan temu putih dengan karakteristik pengeringan.

Bahan dan Metode

Bahan dan Alat

Bahan yang dikeringkan dalam penelitian ini adalah temu putih yang berumur ± 9 bulan yang diperoleh dari kebun petak pamer Balitro Bogor. Alat yang digunakan adalah mesin pengering berakuisisi. Sedangkan alat-alat ukur yang digunakan meliputi: timbangan digital model AQT 200 dengan kapasitas 200 g dan ketelitian 0.01 g, oven drying IKEDA

SCIENTIFIC SS204D, desikator, seperangkat komputer, anemometer KANOMAX model A541, refrigerator EBARA Medicinal Refrigerator OSK Model, serta web camera.

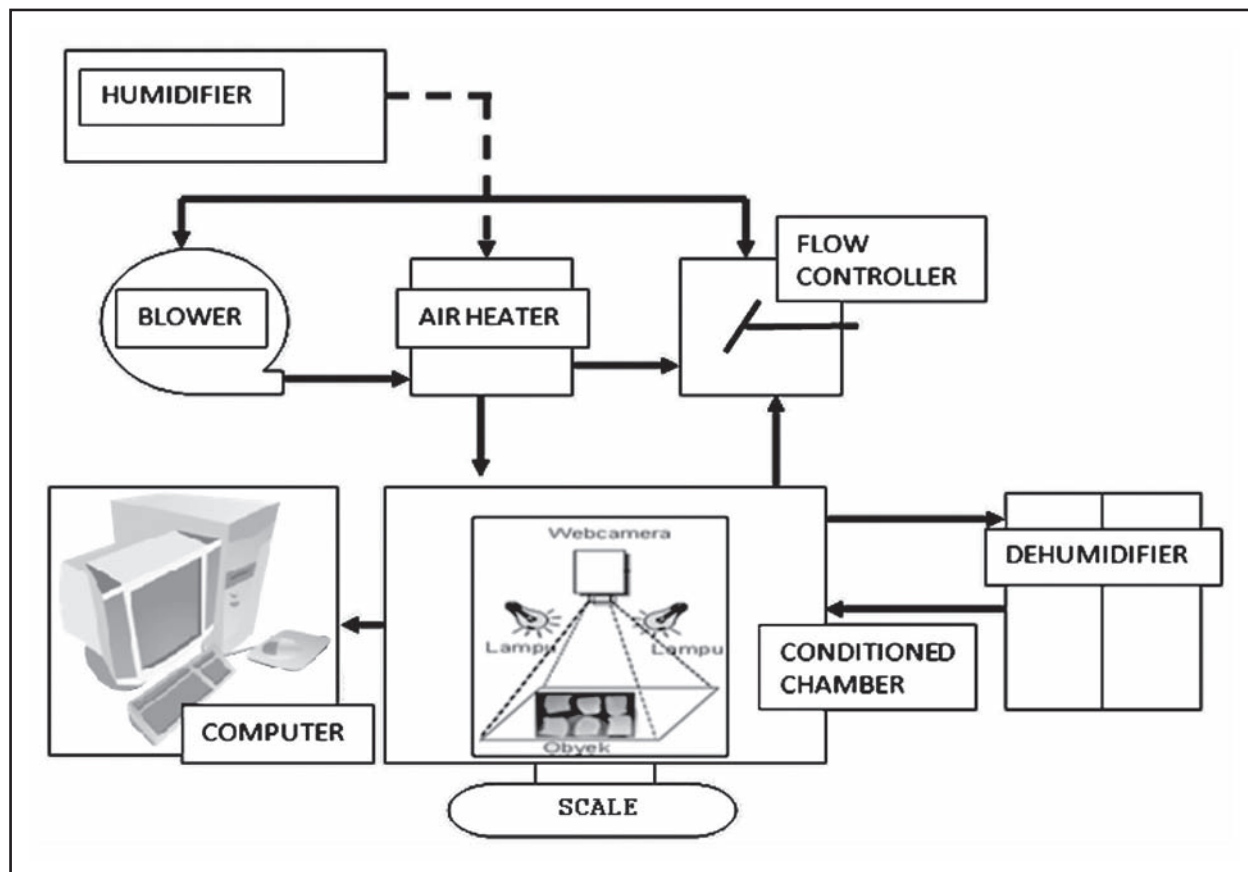
Prosedur Penelitian

Parameter uji unjuk kerja alat pengering yang diamati meliputi : (1) Berat dan kadar air bahan; (2) Suhu meliputi: suhu udara *inlet*, *outlet*, ruang pengering, dan suhu bahan; (3) Kelembaban relatif RH ruang pengering; (4) Waktu pengoperasian alat; (5) dan perekaman citra 2D.

Pada percobaan ini temu putih yang sebelumnya telah dicuci dan dipotong-potong dengan ukuran ± 3 mm sebanyak ± 150 gram dikeringkan. Sebelum pengeringan diumulai diukur terlebih dahulu ka awal bahan dengan metode oven. Kemudian pengeringan dimulai dengan mengatur terlebih dahulu suhu dan RH yang diinginkan sesuai perlakuan. Data mengenai perubahan berat, T, RH, dan perekaman citra diukur dan dicatat tiap 5 menit hingga pengeringan berakhir hingga kadar air bahan telah mencapai $\pm 10\%$ bb. Data yang diambil akan diolah dan dianalisis dengan menggunakan seperangkat komputer.

Perlakuan pada proses pengeringan temu putih ini terdiri dari dua faktor, yaitu faktor suhu, dan kelembaban relatif (RH).

Pengujian keabsahan model untuk pengeringan lapisan tipis menggunakan *root mean square error*



Gambar 1. Alat pengering berakuisisi

Tabel 1. Perlakuan Suhu dan Kelembaban Relatif selama Pengeringan

Suhu/RH	30%	40%	50%	60%
50°C	V	V	V	V
60°C	X	V	X	X
70°C	X	V	X	X

V = dilakukan

X = tidak dilakukan

(RMSE), dan EF (*modeling efficiency*) (Meisami-asl, *et al.*, 2009; Menges, 2006; Ertekin dan Yaldiz, 2004). RMSE merupakan deviasi antara nilai prediksi model dengan nilai percobaan dan nilai RMSE mendekati nol (0). Sedangkan EF menunjukkan kemampuan model untuk memprediksi karakteristik pengeringan produk dan nilai tertinggi dari EF adalah satu (1).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (MR_{pre,i} - MR_{exp,i})^2}{N}} \dots\dots\dots (1)$$

$$EF = \frac{\sum_{i=1}^N (MR_{exp,i} - MR_{exp})^2 - \sum_{i=1}^N (MR_{pre,i} - MR_{exp,i})^2}{\sum_{i=1}^N (MR_{exp,i} - MR_{exp})^2} \dots (2)$$

Hasil dan Pembahasan

Perubahan Kadar Air Terhadap Waktu

Proses pengeringan temu putih terjadi dari kadar air awal $\pm 90\%$ sampai kadar air yang aman untuk disimpan dan dikonsumsi $\pm 10\%$ (Chrysanty, 2009). Dari hasil penelitian diperoleh kurva penurunan kadar air terhadap waktu. Waktu pengeringan rimpang temu putih bervariasi menurut tingkatan T dan RH.

Pada T=50°C, RH=30% memiliki waktu pengeringan tercepat yaitu 385 menit dan kadar air akhir terendah yaitu 8.72%bk. Sedangkan T=50°C, RH=50% memiliki waktu pengeringan terlama yaitu 545 menit dan mencapai kadar air akhir adalah

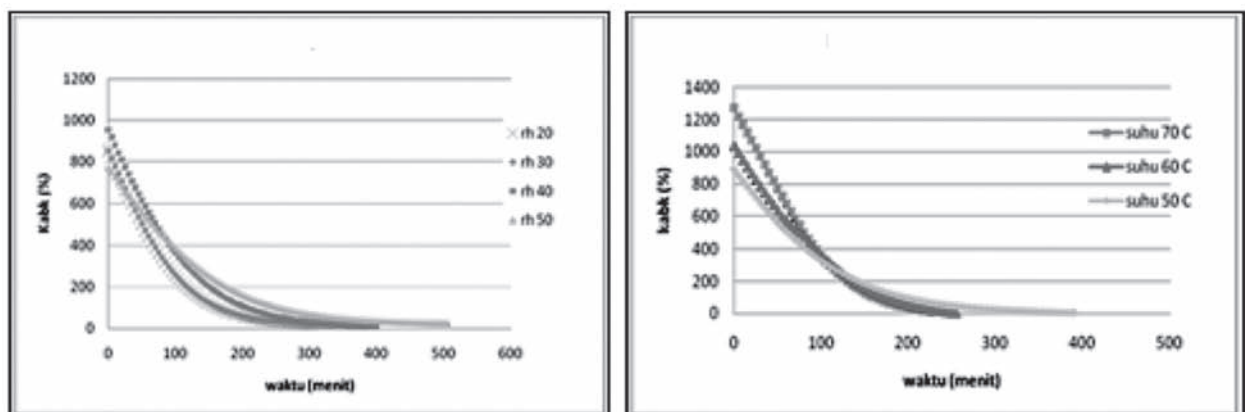
23.928 %bk. Sedangkan pada T=50°C, RH=20%, mengalami sedikit kesulitan pada alat untuk mencapai set poin yang diinginkan, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan temu putih lebih lama dibandingkan, yaitu sebesar 440 menit dan kadar air akhir adalah 10.089%bk.

Sedangkan pada perlakuan RH=40%, T=70°C membutuhkan waktu pengeringan tercepat sebesar 225 menit, sedangkan waktu pengeringan terlama berlangsung pada RH=40%, T=50°C yang waktu pengeringannya mencapai 370 menit. Dari hasil tersebut dapat dikatakan semakin tinggi suhu serta rendahnya RH maka waktu pengeringan akan semakin singkat.

Gambar 2 (a) dan (b) menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan serta semakin rendah RH maka kemampuan untuk mengeringkan bahan akan semakin cepat dan waktu pengeringan akan berlangsung singkat. Hal ini dipengaruhi oleh semakin besarnya energi panas yang dibawa sehingga kemampuan memenuhi panas laten penguapan semakin meningkat.

Perubahan Laju Pengeringan Terhadap Waktu

Grafik yang menunjukkan hubungan antara laju pengeringan dan waktu dapat dilihat pada Gambar 3 (a) dan (b). Dari Grafik dibawah terlihat bahwa selama proses pengeringan berlangsung terjadi dua periode laju pengeringan yaitu periode laju pengeringan menurun dan periode laju pengeringan tetap.



Gambar 2. (a) Kurva penurunan kadar air terhadap waktu (T=50°C, RH berbeda) dan (b) Kurva penurunan kadar air terhadap waktu (RH=40%, T berbeda)

Pada awal pengeringan laju pengeringannya cukup tinggi, karena masih terdapat air yang cukup banyak dipermukaan bahan dan setelah itu terjadi laju pengeringan yang semakin lama semakin menurun dalam jangka waktu yang relatif lama. Hal ini disebabkan karena terjadinya difusi air dari bagian dalam temu putih ke permukaan dan dari permukaan bahan ke udara bebas. Mekanisme di atas terjadi karena adanya perbedaan tekanan uap air antara bahan yang dikeringkan dengan udara pada ruang pengering.

Perubahan Laju Pengeringan Terhadap Kadar Air

Laju pengeringan menggambarkan kecepatan penurunan kadar air selama proses pengeringan. Grafik yang menggambarkan hubungan antara laju pengeringan dan kadar air terlihat pada Gambar 4(a) dan Gambar 4(b).

Berdasarkan grafik yang ada terlihat bahwa penurunan laju pengeringan menurun cepat terjadi pada saat kadar air bahan tinggi kemudian akan turun secara perlahan-lahan sesuai dengan menurunnya kadar air yang terdapat dalam bahan tersebut. Pada Gambar 4 (a) dan (b) menunjukkan terjadi laju

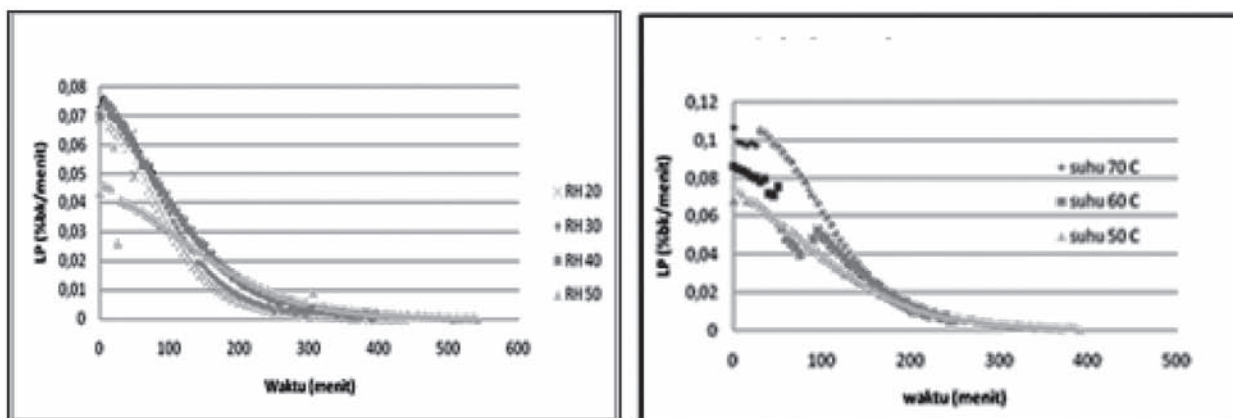
pengeringan tetap pada awal pengeringan, pada saat kadar air bahan relatif tinggi dan berlangsung dalam waktu yang sangat singkat. Laju pengeringan tersebut terjadi karena adanya penguapan air dari permukaan ke udara luar (ruang pengering).

Pada Gambar 4(a), pada Suhu 50°C, RH 20% dan 30% terlihat grafik yang berhimpit. Hal ini terjadi karena kadar air bahan yang relatif sama dan tidak terlalu ada pengaruh yang signifikan.

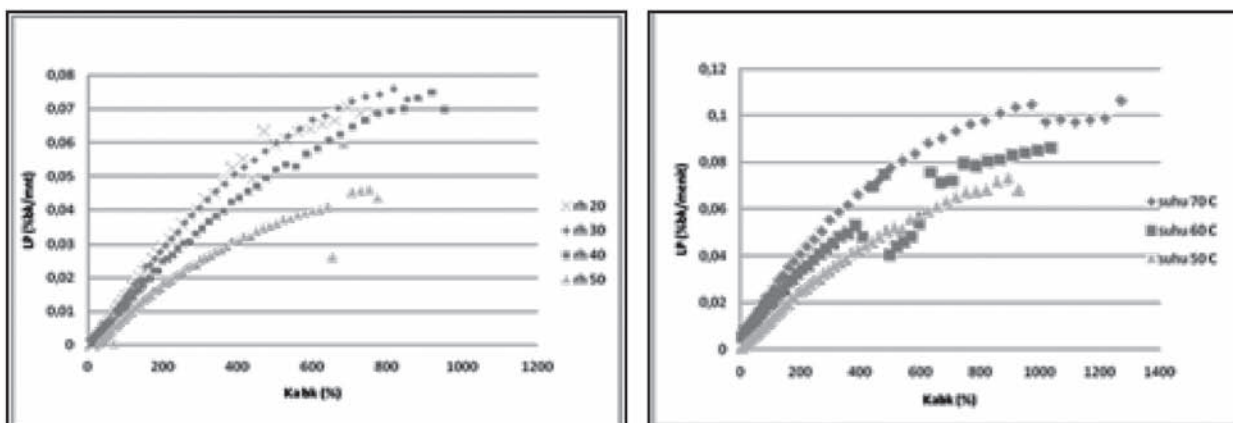
Sedangkan pada Gambar 4(b) yaitu pada RH=40%, T=60°C menunjukkan grafik laju pengeringan yang tidak beraturan, hal ini disebabkan terjadinya fluktuasi tegangan listrik pada saat pengeringan berlangsung yang menyebabkan laju penurunan kadar air (penguapan) per satuan waktu mengalami nilai yang cukup tinggi pada kisaran kadar air ke 683%bk hingga 483%bk.

Model Pengeringan Lapisan Tipis Temu Putih

Perhitungan pengeringan lapisan tipis temu putih dilakukan dengan model semi teoritis dan empiris. Model matematis yang digunakan adalah model Lewis, Henderson dan Pabis, serta Page. Kemudian dilakukan analisa eror untuk melihat keabsahan model yang meliputi nilai RMSE, dan EF.



Gambar 3. (a) Kurva Laju Pengeringan terhadap waktu (T=50°C, RH berbeda) dan (b) Kurva Laju Pengeringan terhadap waktu (RH=40%, T berbeda)



Gambar 4. (a) Kurva Laju Pengeringan terhadap Kadar Air (T=50°C, RH berbeda) dan (b) Kurva Laju Pengeringan terhadap Kadar Air (RH=40%, T berbeda)

Nilai rata-rata *chi-square* pada berbagai tingkat suhu dan RH serta kecepatan udara dengan model Page memiliki nilai terendah yaitu antara 0.0000909 sampai 0.0005147. Untuk nilai RMSE model Page berada pada *range* 0.000941 sampai 0.003004. Kedua nilai tersebut mendekati nilai nol (0) sehingga menunjukkan bahwa model Page adalah model yang terbaik untuk temu putih.

Sedangkan untuk nilai EF yang tertinggi adalah nilai pada model Page. Dimana nilai EF pada suhu 50°C dengan berbagai tingkatan RH adalah 0.9989 dan nilai EF pada RH 40% dengan berbagai tingkatan Suhu adalah 0.9946. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model Page dapat menggambarkan karakteristik pengeringan lapisan tipis temu putih 99.46% hingga 99.89%.

Nilai k dan n Dari Model Pengeringan Lapisan Tipis Temu Putih

Nilai konstanta pengeringan k dan n didapatkan bersamaan dengan perhitungan karakteristik pengeringan lapisan tipis berdasarkan persamaan model pengeringan. Dari uji keabsahan model

diketahui bahwa model Page dapat menggambarkan karakteristik pengeringan lapisan tipis temu putih dengan tepat. Tabel 2 menampilkan nilai konstanta pengeringan k dan n untuk pendekatan model yang digunakan dengan berbagai perlakuan suhu dan kelembaban udara.

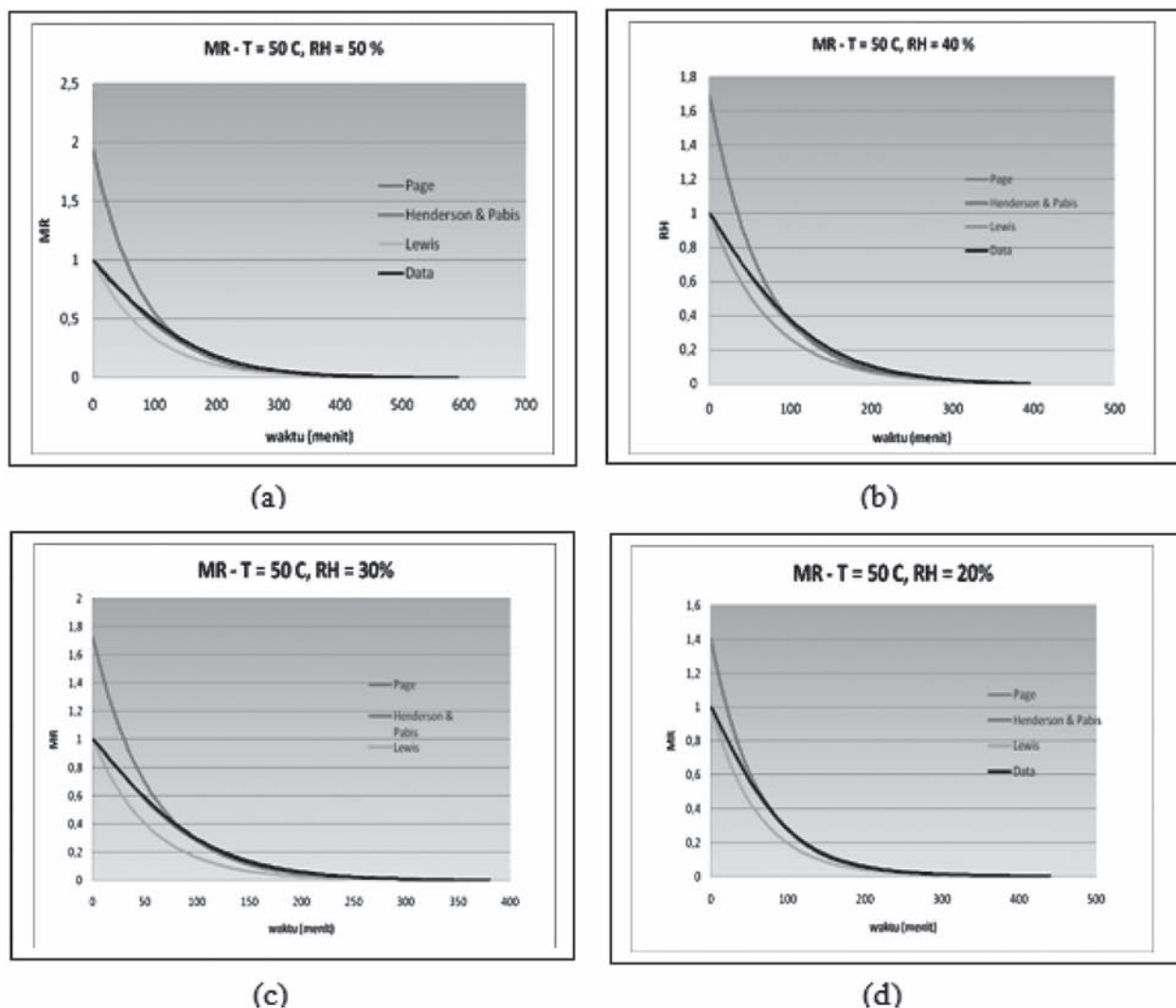
Pengujian Model Pengeringan Lapisan Tipis Temu Putih

Untuk mengetahui ketepatan model yang dipakai dalam menggambarkan penampilan pengeringan lapisan tipis temu putih perlu dilakukan perbandingan antara data percobaan dan data hasil perhitungan.

Penyusutan Selama Pengeringan

Penyusutan pada temu putih selama pengeringan terjadi karena menguapnya air selama proses pengeringan. Difusivitas pada bahan akan berkurang dengan berkurangnya kadar air.

Penyusutan terhadap temu putih selama pengeringan berlangsung dapat dilihat pada Gambar 6(a) dan Gambar 6(b). Dapat dikatakan semakin tinggi suhu pengeringan dan semakin



Gambar 5. Grafik Hubungan antara MR model/percobaan dengan waktu, (a) T=50°C, RH=50%, (b) T=50°C, RH=40%, (c) T=50°C, RH=30%, (d) T=50°C, RH=20%

Tabel 2. Nilai konstanta pengeringan berbagai model pengeringan

<i>Nilai Konstanta Persamaan MR ($T=50^{\circ}\text{C}$)</i>				
RH	Model	K (1/mnt)	N	A
50	Lewis	0.010963	1.195753	1.943004
	Henderson & Pabis	0.01263		
	Page	0.003176		
40	Lewis	0.01312	1.178775	1.617053
	Henderson & Pabis	0.01496		
	Page	0.004568		
30	Lewis	0.016039	1.191029	1.71942
	Henderson & Pabis	0.018165		
	Page	0.005285		
20	Lewis	0.015315	1.144824	1.394659
	Henderson & Pabis	0.016442		
	Page	0.006606		

rendah RH maka AR terlihat menurun secara drastis jika dibandingkan dengan AR pada suhu rendah yang turun drastis diawal pengeringan kemudian turun perlahan sampai pengeringan berakhir. Hal ini terjadi karena disaat awal pengeringan penguapan air pada bahan cukup tinggi dan semakin lama semakin menurun dalam jangka waktu yang relatif lama.

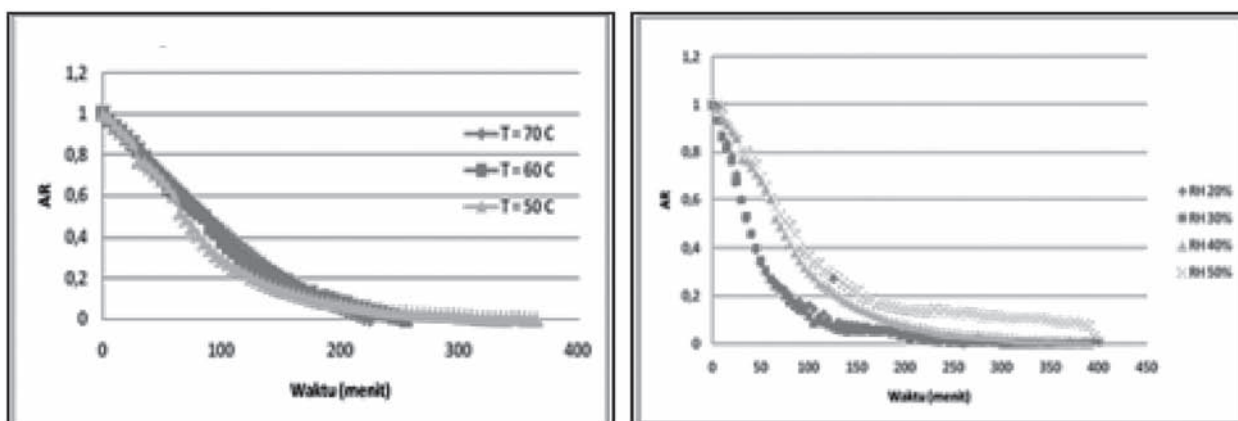
Perubahan AR (*Area Ratio*) terhadap MR (*Moisture Ratio*)

Untuk melihat seberapa besar pengaruh penyusutan yang terjadi terhadap karakteristik pengeringan, maka dibuat hubungan antara AR dengan MR yang terjadi. Hubungan tsb dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Pada Gambar dibawah 7(a) terlihat bahwa hubungan antara AR dan MR mendekati linear dengan nilai koefisien korelasi (r) untuk semua perlakuan pada RH=40% adalah 0.984 untuk

$T=70^{\circ}\text{C}$, 0.998 untuk $T=60^{\circ}\text{C}$, dan 0.993 untuk $T=50^{\circ}\text{C}$. Sedangkan Gambar 7(b) memperlihatkan nilai r untuk semua perlakuan pada $T=50^{\circ}\text{C}$ adalah 0.979 untuk RH=50%, 0.994 untuk RH=40%, 0.96 untuk RH=30%, dan 0.964 untuk RH=20%.

Pada Gambar 7(a) dapat dilihat bahwa pada suhu 60°C AR dan MR mendekati linier jika dibandingkan dengan suhu 50°C dan 70°C yang memperlihatkan kurva yang berhimpit diawal penurunan kadar air, kemudian terlihat cenderung lebih cembung/cekung. Hal ini disebabkan pada awal pengeringan masih terdapat air yang cukup banyak dipermukaan bahan dan penyusutan yang terjadi sejalan dengan penurunan kadar airnya, setelah itu terjadi difusi air dari bagian dalam temu putih ke permukaan dan dari permukaan bahan ke udara bebas yang menyebabkan AR tidak linier dengan MR. Bisa dikatakan bahwa untuk suhu 60°C penyusutan yang terjadi sejalan dengan penurunan kadar air selama pengeringan, dimana terlihat setelah MR turun



Gambar 6. Kurva hubungan Rasio penyusutan terhadap waktu (a) RH=40%, T berbeda, (b) T=50°C, RH berbeda

sebesar 80%, penyusutan AR pun turun sebesar 80% hal ini berlangsung sampai tidak terlihat lagi rasio penyusutan dan penurunan kadar air.

Sedangkan pada gambar 7(b) terlihat bahwa perlakuan perbedaan RH pada suhu 50°C juga mempengaruhi hubungan AR dan MR. Pada RH=40%, r sebesar 0.994. Sehingga dapat disimpulkan perlakuan RH=40% adalah perlakuan yang lebih tepat jika dibandingkan dengan RH lainnya, dimana terlihat setelah MR turun sebesar 50%, penyusutan AR juga turun sebesar 50%.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

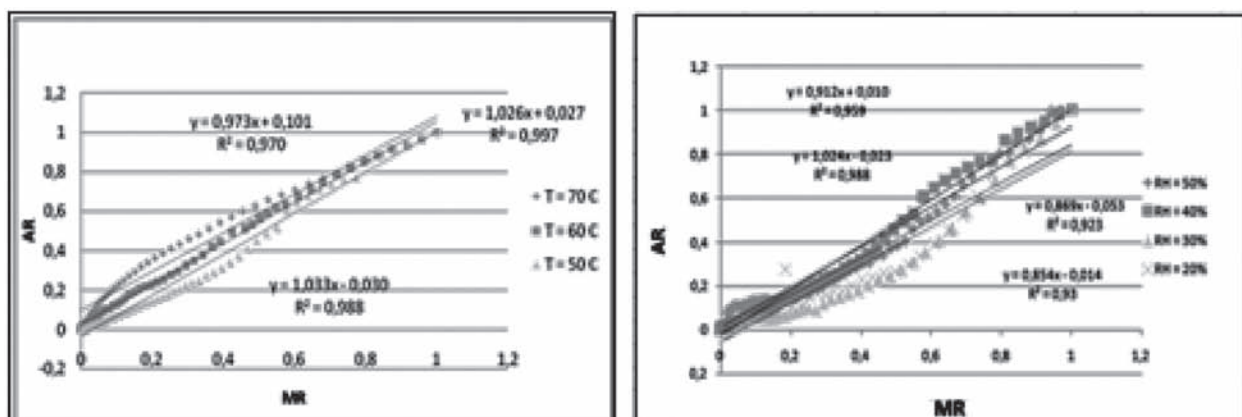
1. Pengeringan lapisan tipis temu putih berlangsung dari kadar air awal $\pm 90\%$ bb hingga kadar air akhir $\pm 10\%$ bb. Lama pengeringan bervariasi tergantung pada perlakuan suhu dan RH pada saat awal pengeringan.
2. Model Page mampu menggambarkan karakteristik pengeringan temu putih dengan persentase efisiensi model sebesar 99.46% - 99.89%. Nilai konstanta pengeringan (k) model Page untuk $T=50^\circ\text{C}$, RH berbeda bervariasi antara 0.003176 – 0.006606 dan untuk RH=40%, T berbeda antara 0.003377 – 0.004822.
3. Hubungan antara AR dan MR mendekati linear. Dimana nilai koefisien korelasi (r) untuk semua perlakuan pada RH=40% rata-rata sebesar 0.992. Sedangkan nilai r untuk semua perlakuan pada $T=50^\circ\text{C}$ rata-rata sebesar 0.974.

Saran

Perlu kajian lebih lanjut untuk dapat menentukan hubungan antara penyusutan terhadap karakteristik pengeringan yang mana selama ini penyusutan itu selalu diabaikan, agar nantinya dapat diperoleh model/persamaan baru yang menggambarkan karakteristik pengeringan dengan memasukkan nilai penyusutan yang ada.

Daftar Pustaka

- Ahmad, U., 2005. *Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemogramannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta. ISBN : 979-756-072-6
- Christanty, K. 2009. *Karakteristik Pengeringan Lapisan Tipis Rimpang Temu Putih (Curcuma zedoaria (Berg.) Roscoe)*. Skripsi. Departemen Teknik Pertanian, Fateta. IPB, Bogor.
- Esmaili, M., and Sotudeh, R., 2006. *Modelling of Seedless Grape Drying Process with Variable Diffusivity Considering Shrinkage*. CSBE/SCGAB Journal. Paper No.06-199.
- Hall, C.W., 1957. *Drying Farm Crops*, Agricultural Consulting Associates, Inc. East Lansing, Michigan.
- Henderson, S.M. R.L Perry and Young, J.H., 1976. *Principles of Process Engineering*, Fourth Edition, ASAE Handbook.
- I.Sjoholm and V. Gekas., 1994. Apple Shrinkage upon Drying. *Journal of Food Engineering* : 25(1995) page 123-130.
- Manalu L.P, Tambunan A.H., Nelwan L.O., Hoetman A.R., 2009. *The Thin Layer Drying of Temu Putih Herb*. ADC 2009
- M.S. Hatamipour and D. Mowla., 2002. *Shrinkage of Carrots During Drying in an Inert Medium Fluidized Bed*. *Journal of Food Engineering* : 55(2002) page 247-252.
- Rizvi, S.S.H., 2005. *Thermodynamic properties of foods in dehydration*, pp. 239-310, in M.A. Rao, S.S.H, Rizvi and A.K. data (Eds). *Engineering Properties of Foods*, 3rd Ed., CRC Press, Boca raton.
- Sturm, B., Hofacker, W. C., 2008. *Determination of Quality Changes during the Production of Dried Food Products using Colorimeter*. In *Proceedings of the 19th DAAAM Symposium*, 1329-1330
- Syukur, C., 2003. *Temu Putih: Tanaman Obat Anti Kanker*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Yadollahinia A, Jahangiri M., 2009. *Shrinkage of potato slice during drying*. *Journal of Food Engineering* : 94(2009) page 52-58.



Gambar 7. Kurva Hubungan MR dan AR, (a). RH=40%, T berbeda, (b). T=50°C, RH berbeda

- Z. Sun, W. Yang, T. J. Siebenmorgen, A. M. Stelwagen, C. Jia, A. G. Cnossen., 2002. *Using Dynamic Shrinkage Test to Study Fissure Propagation in Rice Kernels*. ASAE Journal. ISSN. 0001-2351.